GEBRAUCHSANWEISUNG Z 4

Sommersemester 1952

Exemplar Nr. 19

Eidg. Technische Hochschule

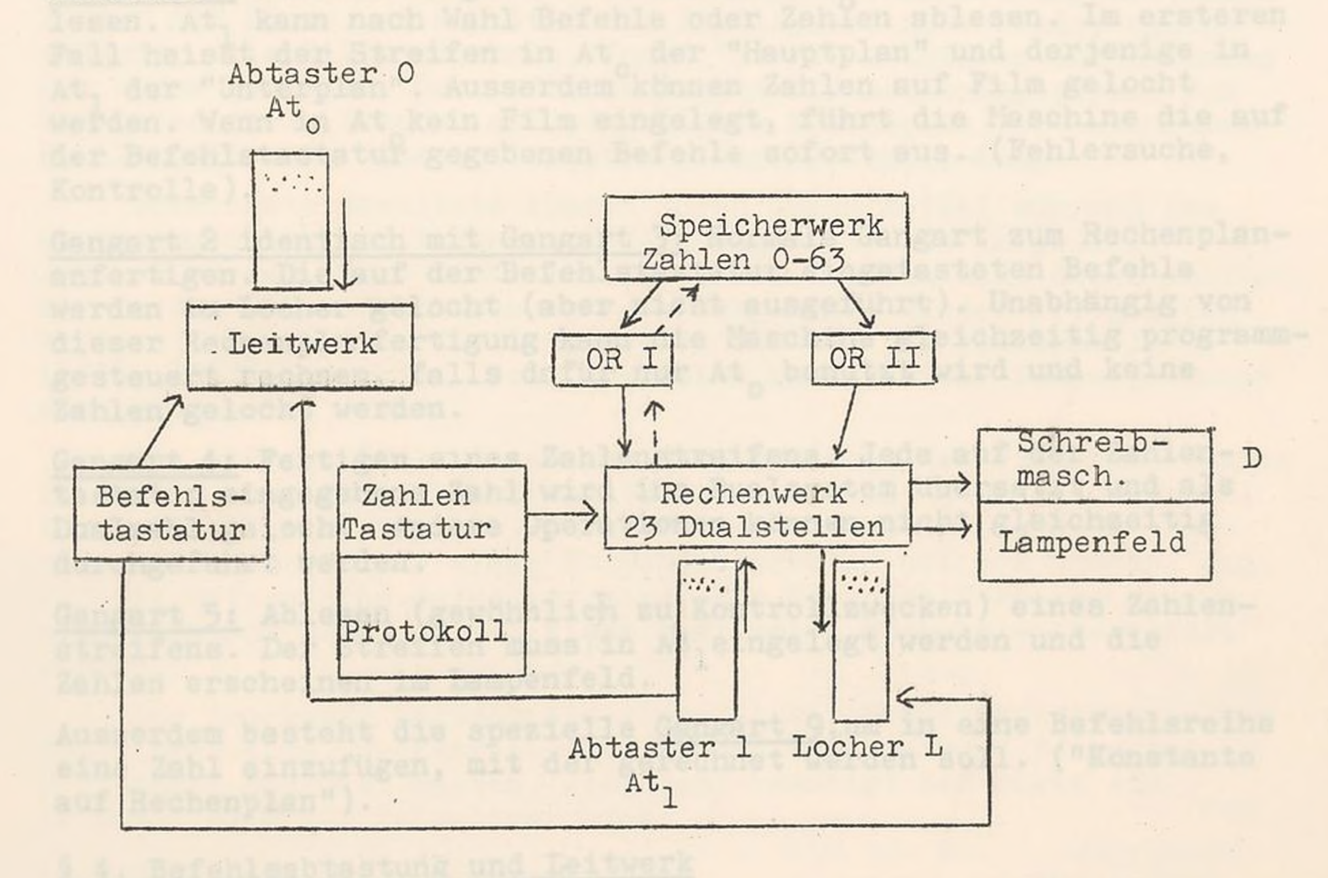
Institut für angewandte Mathematik

Zürich

BEDIENUNGSANWEISUNG Z 4

****

1. Kapitel: Organisation der Maschine



§ 1. Rechenwerk

Halblogarithmisch dual; $x = \pm 2^{a} . b$

wobei $-64 \leq a \leq +63$; a hat 7 Dualstellen

$1 \leq b < 2$; b hat 24 Dualstellen

$b = \underbrace{L,OLL.....0}_{24}$; erste Stelle immer L.

(Daher im Speicher nur 23 Stellen nötig)

Vorzeichen = 1 weitere Dualstelle (+ = L, - = 0). Zahlen wie 0, ∞, ? besitzen keine halblogarithmische Darstellung mit $|b| \geq 1$. Deshalb als Sonderwerte betrachtet. 2 Operandenregister OR I und OR II: dienen zur Bereitstellung der Operanden, bevor die Operation beginnt.

§ 2. Speicherwerk

64 Zellen; Adressen 0-63. Jede Zelle enthält eine Zahl mit 32 Dualstellen, nämlich 7 Stellen für a, 23 für b, 1 Vorzeichen von b und 1 Sonderzeichen, wobei 0 normale Zahl und L Sonderwert bedeutet. Ablesen aus dem Speicher löscht den Speicher nicht. Speichern einer neuen Zahl löscht die bisherige Zahl in der betreffenden Zelle.

§ 3. Gangarten der Maschine

Die Maschine kann auf 4 verschiedene Arten benutzt werden.

Gangart 1: Normale Gangart zum Rechnen: At_o hat nur Befehle abzulesen. At_1 kann nach Wahl Befehle oder Zahlen ablesen. Im ersteren Fall heisst der Streifen in At_o der "Hauptplan" und derjenige in At_1 der "Unterplan". Ausserdem können Zahlen auf Film gelocht werden. Wenn in At_o kein Film eingelegt, führt die Maschine die auf der Befehlstastatur gegebenen Befehle sofort aus. (Fehlersuche, Kontrolle).

Gangart 2 identisch mit Gangart 3: Normale Gangart zum Rechenplananfertigen. Die auf der Befehlstastatur eingetasteten Befehle werden im Locher gelocht (aber nicht ausgeführt). Unabhängig von dieser Rechenplanfertigung kann die Maschine gleichzeitig programmgesteuert rechnen, falls dafür nur At_o benützt wird und keine Zahlen gelocht werden.

Gangart 4: Fertigen eines Zahlenstreifens. Jede auf der Zahlentastatur eingegebene Zahl wird ins Dualsystem übersetzt und als Dualzahl gelocht. Andere Operationen können nicht gleichzeitig durchgeführt werden.

Gangart 5: Ablesen (gewöhnlich zu Kontrollzwecken) eines Zahlenstreifens. Der Streifen muss in At_1 eingelegt werden und die Zahlen erscheinen im Lampenfeld.

Ausserdem besteht die spezielle Gangart 9, um in eine Befehlsreihe eine Zahl einzufügen, mit der gerechnet werden soll. ("Konstante auf Rechenplan").

§ 4. Befehlsabtastung und Leitwerk

Ein Befehl = Gruppe von Löchern auf dem Film, die auf folgende 8 möglichen Stellen verteilt sind:

o o o o

o o o o

wobei zwischen diesen beiden Zeilen Löcher vorhanden sind, die teils zum vorhergehenden Befehl gehören.
Einlegen des Films: Bild aufrecht, Tonstreifen links. (Schicht gegen den Beschauer). Abtastung der Befehle durch 8 Nadeln im Abtaster, die einen Kontakt schliessen, wenn sich an der betreffenden Stelle ein Loch befindet. Die entstehenden Impulse werden dem Leitwerk zugeführt, welches Befehle entschlüsselt und deren Ausführung veranlasst.

§ 5. Zahlenabtaster und Locher

Zur Entlastung des Speicherwerks können Zahlen auf Film gelocht werden. Eine Zahl (32 Dualstellen wie im Speicherwerk) hat auf dem Film dieselbe Anordnung wie 4 Befehle. Befindet sich noch keine Zahl auf dem Streifen, so locht die Maschine unmittelbar vor der ersten Zahl ein "Zahlenstartzeichen". Dieses dient auch

zur Kennzeichnung des Streifens als Zahlenstreifen im Gegensatz zu einem Befehlsstreifen. Zahlenstreifen können nur in At_1 abgetastet werden unter Gangart 1 oder 5. Zum Lochen: Gangart 1 oder 4.

§ 6. Tastatur, Lampenfeld, Druckwerk, Protokoll

Die eingetastete Zahl erscheint zur Kontrolle im Lampenfeld. Wenn diese Kontrolle nicht stimmt: Taste "Irrtum" drücken und korrigieren. Stimmt die Kontrolle: Taste "Fertig" drücken;dies bewirkt Ueberführung der Zahl ins Rechenwerk und verunmöglicht jede Korrektur. Man kann genau 6 wesentliche Dezimalen eintasten, wobei man mit dem Komma beginnen (,370501) aber nicht aufhören darf. Eine ganze Zahl ist also ohne nachfolgendes Komma einzugeben. Dauert das Eintasten länger als 25 sc, so schaltet der Impulsgeber aus. Wiederingangsetzung: Alle Filme abnehmen, Knopf "Start" betätigen und Rechnung von vorne beginnen. Die Aufforderung an die Bedienungsperson zum Eintasten (beim Rechnen mit eingelegtem Rechenplan) ist ein rotes Blinksignal, oder das Aufleuchten einer Protokoll-Lampe.

Errechnete Resultate können durch einen Befehl während des programmgesteuerten Rechnens (oder Gangart 5) ins Lampenfeld gegeben werden. Nach Kontrolle der erscheinenden muss durch Drücken der Taste "Lampenfeldlöschung" das Lampenfeld wieder freigegeben werden. Beim Ablesen des Lampenfelds ist auf die Faktoren $10^{\pm 6}$, $10^{\pm 12}$, $10^{\pm 18}$ zu achten. Beim Eintasten können diese Zehnerpotenzen auch eingegeben werden.

Das Protokollfeld dient zur Erleichterung des Eingebens vieler Zahlen in bestimmter Anordnung (Matrix). Es ist jeweilen die Zahl des Protokolls einzugeben, unter der das Licht aufleuchtet. Dazu müssen die Zahlen auf einem Protokollformular notiert werden, das auf die Mattscheibe aufgelegt wird. Ein Protokollformular kann natürlich nur zusammen mit einem bestimmten Rechenplan verwendet werden.

Das Druckwerk besteht aus einer elektromagnetisch gesteuerten Schreibmaschine. Rechenresultate können entsprechend folgender 5 Schemata gedruckt werden. Jede Zahl benötigt den Platz von 12 Anschlägen der Schreibmaschine.

1) Druckschema D
   Drucken mit beweglichem Komma in der Form $x = u.10^{6v}$ $(-3 \leq v \leq +3)$, u wird mit 6 wesentlichen Dezimalen normal gedruckt, während v verschlusselt ist, nämlich:

   /v für v = 1,2,3
   und /3-v für v = -1,-2,-3 keine Angabe für v = o

   Beispiel: 1,00 /2 = 1.10^{12}
   1,00 /5 = 1.10^{-12}

2) Druckschema D_o
   Drucken des Resultats als ganze Zahl (Unterdrückung aller Stellen nach dem Komma).

3) Druckschema D_1
   Druckem mit festem Komma: 2 Stellen nach dem Komma. In einer Kolonne gedruckter Zahlen stehen die Komma untereinander.

4) Druckschema D_2 Analog D_1 mit 4 Stellen nach Komma.

5) Druckschema D_3 Analog D_1 mit 6 Stellen nach Komma.

Wenn eine zu druckende Zahl bei Anwendung von D_0, D_1, D_2, D_3 den durch das Schema gegebenen Platz überschreitet, schaltet die Maschine automatisch auf Schema D. Dies bewirkt, dass niemals Stellen vorne abgeschnitten werden.

Die Wagenbreite der Schreibmaschine fasst normal 6 Zahlen. Zwischen den einzelnen Zahlen in einer Zeile werden automatisch Zwischenräume freigelassen. Besonders grosse Zwischenräume, Einrücken einer Zeile, Wagenrücklauf mit Zeilenschaltung müssen besonders befohlen werden.

§ 7. Die Befehlstastatur

Die Befehlstastatur dient zur Rechenplanfertigung (Gangart 2) oder zum Steuern der einzelnen Rechenoperationen von Hand (Gangart 1 jedoch nur, wenn kein Streifen in At_0). Sie enthält die Knöpfe für alle Befehle und Knöpfe für die Adressen des Speicherwerks. (Für jeden Ablese- und Speicherbefehl müssen daher 2 Knöpfe bedient werden). Ausserdem sind noch Knöpfe vorhanden, die nur bei der Rechenplanfertigung benützt werden und keine Befehle im Sinne eines Rechenprogramms bedeuten, also auch nicht gelocht werden können (vgl. Anweisung zur Rechenplanfertigung).

§ 8. Ingangsetzen und Abstellen der Maschine

a) Normales Einschalten (Auszuführen, wenn die 4 Schalter am Umformerschaltbrett, obere Reihe, auf 0 stehen).

1. Die 4 genannten Schalter der Reihe nach von links nach rechts auf 1 stellen. Spannungsregler auf 4,5 stellen.
2. Am Pult der Z 4 den Schlüsselschalter einschalten.
3. Damit ist die Maschine unter Spannung, aber der Impulsgeber muss noch durch Betätigen des Knopfes "Impulsgeber start" in Gang gesetzt werden Wenn eine der Lampen "Rechenplan im Locher" oder "Zahlenstreifen im Locher" aufleuchtet, ist der Knopf "Auslauf" der Befehlstastatur zu drücken.
4. Gewünschte Gangart einschalten
   Bei Gangart 1: Filme einlegen (zuerst in At_1).
   Der Film kann irgendwo im leeren Raum vor dem Startzeichen eingelegt werden und läuft dann automatisch bis zu diesem. Die Art des in At_1 eingelegten Streifens (Befehle oder Zahlen) sollte durch Aufleuchten der betreffenden Lampe angezeigt werden. Erscheint diese nicht, so nocheinmal einlegen.

b) Die Z 4 schaltet den Umformer automatisch aus:
Wenn "Fin - Stop"-Schalter auf "ein" steht und 30 sc lang nicht mehr gerechnet wurde (z.B. nach Beendigung der Rechnung). Beim Eintreten in den Maschinenraum erkennt man die Tatsache, dass die Z 4 automatisch abgeschaltet hat, daran, dass die 4 Umformerschalter noch auf 1 stehen. Das Wiedereinschalten besteht in diesem Falle aus:

1. Alle Filme aus den Abtastern nehmen. Ebenso Papier aus der Schreibmaschine. Operationszähler notieren.
2. Schlüsselschalter aus-schalten. Erst nachher "Fin - Stop"-Schalter ausschalten. Dies bewirkt Anlaufen des Umformers. Dann ab Nr. 2 unter a), wie beim normalen Einschalten.

c) Abstellen der Z 4. Filme abnehmen, Operationszählerstand notieren, Schlüsselschalter aus, Schreibmaschine ausschalten, die 4 Umformerschalter auf 0. Dadurch wird das Rechenwerk gelöscht, aber nicht das Speicherwerk.

d) Automatisches Ausschalten am Ende der Rechnung wird durch "Fin - Stop"-Schalter auf "ein" bewirkt. Dies ist dann durchzuführen, wenn der Maschinenraum auf längere Zeit verlassen wird.

2. Kapitel: Die Befehle und ihre Wirkungen

§ 1. Start und Fin

"St" Jeder Befehlstreifen muss mit einem Startzeichen "St" beginnen.

"Fin" Der Schluss ist durch das Zeichen "Fin" zu markieren (siehe auch bedingte Befehle). Dieses Zeichen beendet das Rechnen, löscht OR I und OR II, stellt den Filmtransport ab, lässt die rote Lampe "Schluss" aufleuchten und bewirkt endlich 25 sc später das Abschalten des Impulsgebers. (Bei eingeschaltetem "Fin - Stop"-Schalter auch Abschalten des Umformers). Für Beginn einer neuen Rechnung muss "Impulsgeber start" gedrückt werden. Zyklische Rechenpläne, die als endloses Band zusammen geklebt sind, dürfen naturlich kein Schlusszeichen enthalten, da sie ja mehrere Male durchlaufen werden sollen. (Ausnahme siehe "Up").

§ 2. Der Ablesebefehl

An (A=Befehl "Ablesen aus Speicher", n = Adresse läuft von 0-63). Bewirkt Uebertragung der Zahl in Zelle Nr. n nach OR I. Wenn jedoch OR I schon besetzt, so Uebertragung nach OR II. Der Befehl ist sinnlos, wenn beide Operandenregister besetzt sind.

↗1 befördert die Zahl 1 ins Rechenwerk und hat dieselbe Wirkung wie Ablesen einer Zelle, welche die Zahl 1 enthält.

§ 3. Rechenbefehle mit 2 Operanden

Diese sind nur sinnvoll, wenn OR I und OR II besetzt sind. Das Resultat der Operation steht nachher in OR I, während OR II leer ist. Diese Befehle sind:

+ Addition der Zahlen in OR I und OR II

− OR I − OR II

y-x OR II − OR I

× OR I × OR II

: OR I : OR II

Maj Bildet die grössere der beiden Zahlen in OR I, OR II. Beispiel: Maj von +7 und (-9) = +7

Min Bildet analog die kleinere Zahl. Beispiel: Min von +7 und (-9) = -9

§ 4. Rechenbefehle mit 1 Operanden

Diese sind nur sinnvoll, wenn OR I besetzt und OR II leer ist. Resultat nach OR I.
$\times\frac{1}{2}$, $\times 2$, $\times(-1)$, $\times 10$, $\times 3$, $\times 1/3$, $\times 1/5$, $\times 1/7$, $\times\pi$, $\times 1/\pi$
bewirkt Multiplikation der Zahl in OR I mit der betreffenden Konstanten. Speziell ergibt $\times(-1)$ Aenderung des Vorzeichens.

x^2 bildet das Quadrat der Zahl in OR I, analog:
$\sqrt{x}$, $1/x$, $|x|$.

sgn x bildet das Vorzeichen einer Zahl, genauer $\text{sgn}\ x = \frac{x}{|x|}$.
Für x = 0 wird +1 oder ? gebildet, je nach Stellung des Schalters "sgn 0 = ".

F pos bildet Maj von 0 und x.

? → 1 ist wirkungslos, ausgenommen, wenn in OR I ein ? steht. Dann wird +1 gebildet.

§ 5. Der Speicherbefehl

S n Bewirkt Uebertragung der Zahl in OR I nach der Zelle Nr. n des Speicherwerks unter Löschung von OR I. Der Befehl ist nur sinnvoll, wenn OR I besetzt und OR II leer ist.

Rh nur sinnvoll nach einem Rechenbefehl (mit 2 oder 1 Operanden) und vor einem Speicherbefehl S n oder Lochbefehl. Verhindert Löschung von OR I beim nachfolgenden Speichern.

Tr Das direkte Umspeichern, also eine Folge A 17, S 23 ist verboten. Tr ist ein Trennbefehl, so dass die Folge Tr, A 17, S 23 erlaubt ist. Diese Trennung wirkt weiter, so dass auch längere Ketten von Ablese- und Speicherbefehlen (z.B. Tr, A 17, S 23, A 18, S 24 u.s.w.) sinnvoll sind.
Ferner kann eine gespeicherte Zahl nicht sofort wieder abgelesen werden, vielmehr müssen unterdessen 3 weitere Befehle eingeschaltet sein. Ist dies nicht der Fall, so ist unmittelbar nach dem Speicherbefehl "Tr" einzuschalten. (S 17, Tr, A 17 oder S 17, Tr, A 16, A 17), siehe auch "verbotene Befehlsfolgen".

§ 6. Eingang und Ausgang

↗ (Eingeben) bewirkt das Aufleuchten des roten Blinklichts als Aufforderung zum Eintasten einer Zahl bzw. das Aufleuchten eines Protokollfeldes, wenn ein Protokollbefehl vorausgeht. Nach Drücken der "Fertig"-Taste wird die Zahl ins Rechenwerk befördert, dort ins Dualsystem übersetzt und geht als Dualzahl nach OR I. Falls vorher eine andere Zahl in OR I stand, wird diese nach OR II befördert. Diese Vertauschung der Operanden wird bei unmittelbar nachfolgenden - oder y-x automatisch rückgängig gemacht, bei : jedoch nicht.
Der Befehl ist sinnlos, wenn OR I und OR II besetzt.

↘ (Rückübersetzen) nur sinnvoll, wenn OR I besetzt und OR II leer. Bewirkt Rückübersetzen der Zahl in OR I ins Dezimalsystem und Anzeigen im Lampenfeld. Folgt jedoch ein Protokollbefehl nach, so leuchtet gleichzeitig ein Protokollfeld auf. Folgt ein Druckbefehl, so erscheint die Zahl nicht im Lampenfeld.
↘ löscht OR I.

↘h gleich rückübersetzen ohne Löschen von OR I.
Die aufleuchtende Zahl muss nach Kontrolle oder Notierung sofort gelöscht werden, da sonst die Maschine beim nächsten Rückübersetzen blockiert und 25 sc später abstellt.

§ 7. Protokollbefehle

Das Protokoll hat 10 Zeilen mit je 5 Feldern in rechteckiger Anordnung. Ausserdem ist eine 0-te Zeile mit 5 Feldern vorhanden (ganz oben), die nicht ausgeleuchtet werden kann. Das Feld ganz links in der 0-ten Zeile ist die Ausgangsstellung. In diese wird automatisch zurückgeschaltet beim Abstellen der Maschine und durch die Befehle Fin, Fin', Spr.

→ Schaltet um ein Feld nach rechts.

↓ Schaltet in derselben Kolonne auf die nächste Zeile.

← Schaltet zurück auf Kolonne 1.

↑ Schaltet zurück auf Zeile 0.

Da die Ausgangslage (Zeile 0) unsichtbar ist, muss man zum Sichtbarmachen des Protokollichts mindestens 1 Mal ↓ geben.
Reihenfolge zum Eingeben: Zuerst Protokollschaltbefehl, dann ↗.
" " Rückübersetzen: Zuerst ↘, dann Protokollschaltbefehl.

§ 8. Druckbefehle

D, D_o, D_1, D_2, D_3 nur sinnvoll unmittelbar nach ↘ oder ↘ h, bewirken Drucken der rückübersetzten Zahl entsprechend dem betreffenden Druckschema.

R Wagenrücklauf und Zeilenweiterschaltung. Ist wirkungslos, wenn Wagen ganz rechts steht. Sollte am Anfang jedes Rechenplans gegeben werden, der Druckbefehle enthält, damit die 1. Zahl links aussen geschrieben wird.

T Tabulator bewirkt Weiterlaufen des Wagens um 12 Anschläge (= Platz einer Zahl). Dient zur Einschaltung von Zwischenräumen über das normale Mass hinaus.

§ 9. Eingang und Ausgang mit Zahlenstreifen

L nur sinnvoll, wenn OR I besetzt und OR II leer (und kein Rechenplan im Locher). Nur bei Gangart 1 anwendbar. Locht die Zahl in OR I unter Löschung derselben. Dann ist alles bereit für die nächste Lochung. Zur Verhinderung der Löschung setze man Rh vor L. Nach Beendigung der Rechnung erst Film aus At_o nehmen, dann Knopf "Auslauf" drücken und endlich den Zahlenstreifen abschneiden.

At_1 nur sinnvoll bei Gangart 1 und unter denselben Bedingungen wie A n. Verboten vor einem Ablesebefehl. Bewirkt Abtasten von einem Zahlenstreifen in At_1 und Beförderung in OR I bzw. OR II.

At_o nur sinnvoll auf einem in At_o eingelegten Befehlstreifen. Bewirkt Abtasten einer Konstanten, ~~oder~~ vom Rechenplan in At_o, d.h. die auf den Befehl At_o folgenden 5 Befehle bedeuten tatsächlich eine Zahl und einen Leerbefehl. Diese Zahl wird nach OR I befördert. (vgl. auch "Konstante auf Rechenplan").

§ 10. Befehle zur Bildung von Ja - Nein - Werten (+1 oder -1)

Diese sind nur sinnvoll, wenn OR I besetzt und OR II leer ist. Im folgenden ist x die Zahl in OR I.

$x = 0$ Ist die im Befehl angedeutete Bedingung erfüllt, so
$x \geq 0$ wird in OR I der Wert +1 gebildet, andernfalls der
$|x| = \infty$ Wert (-1).
$x = ?$
$|x| \geq 1$

§ 11. Unterpläne und bedingte Befehle

Up ist nur sinnvoll, wenn OR I und OR II leer, bei Gangart 1 und wenn Befehlstreifen (Unterplan) in At_1. Bewirkt Anhalten von At_o und Weiterarbeiten entsprechend den Befehlen des Unterplans. Das Schlusszeichen des Unterplans bewirkt zurückgehen auf den Hauptplan (=Plan in At_o). Nach "Up" ist obligatorisch "A 63, x = ?, Fin'" zu geben. Dieselbe Folge ist als Vorsichtsmassnahme nach dem Schlusszeichen des Unterplans zu geben. "Up" ist nur sinnvoll im Hauptplan.

Die folgenden bedingten Befehle sind nur sinnvoll nach einem Ja - Nein - Wert-Befehl; sie sind wirkungslos, wenn der Ja - Nein - Wert (-1) war und werden nur wie folgt ausgeführt, wenn der Ja - Nein - Wert (+1) war; Die bedingten Befehle löschen in beiden Fällen OR I.

Fin' bewirkt im Hauptplan Anhalten wie "Fin". Im Unterplan bewirkt es Anhalten im Gegensatz zum gewöhnlichen Schlusszeichen "Fin", welches das Zurückgehen auf den Hauptplan bedeutet. Will man vom Unterplan bedingt auf den Hauptplan zurück, so hat man die Befehlsreihe "Spr, Fin" im Unterplan anzuwenden (d.h. das unbedingte "Fin" wird bedingt übersprungen).

Spr bewirkt im Haupt- oder Unterplan die Nichtausführung der nachfolgenden Befehle bis zum nächsten Startzeichen, das diesen Sprungbefehl wieder aufhebt. Der Befehl "Spr" schaltet das Protokoll auf die Ausgangsstellung, wenn der Ja-Nein-Wert=+1.

Up' wirkt wie "Up" und unter denselben Bedingungen.

§ 12. Befehle, die nicht zu benützen sind.

Up", At_2, At_3, At_4, At_5.

3. Kapitel: Die Rechenplanfertigung

§ 1. Allgemeines

Zur Rechenplanfertigung ist die Maschine auf Gangart 2 zu schalten. Brennt die Lampe "Zahlenstreifen im Locher", so ist der Knopf "Auslauf" zu betätigen, worauf die Maschine bereit ist. Filmvorrat: Sinkt der Vorrat auf der Trommel (hinten, unterhalb der Mitte des Schaltpultes) unter 50 m, so leuchtet eine Warnlampe "Film < 50 m" auf. Dementsprechend muss bald eine neue Rolle eingelegt werden, wofür nur das Personal des Instituts zuständig ist.

§2. Die normale Rechenplanfertigung

Ein zu lochender Befehl wird auf der Befehlstastatur eingetastet (Betätigung von 2 Knöpfen für A n und S n). Der eingetastete Befehl erscheint im Lampenfeld, wird aber noch nicht gelocht, sondern kann noch korrigiert werden, indem man die Irrtumtaste drückt und den verbesserten Befehl eintastet. Erkennt man einen Irrtum nach Drücken von "Ablesen" oder"Speichern",so muss zuerst eine fiktive Zahlennummer n gedrückt werden, bevor die Irrtumtaste betätigt wird.(Sonst würde auch der vorhergehende Befehl gelöscht).

Das Lochen eines im Lampenfeld stehenden Befehls erfolgt erst nach Eintasten des nächsten Befehls. Nach dem letzten Befehl ist der Knopf "Auslauf" zu drücken. Dies bewirkt Lochen des letzten Befehls und Auslaufen des Films.

Während der normalen Rechenplanfertigung muss At_1 leer sein.

Der Leerbefehl: Dies ist ein Befehl, der in einem Rechenplan nur die Wirkung hat, dass der Film weiterbefördert wird. Auf dem Rechenplan erscheint an der Stelle eine vollständig ungelochte Lochreihe. Dieser Befehl kann durch Betätigung der Taste "Leerschritt" auf den Rechenplan gegeben werden. Der beim Zusammenkleben eines Films entstehende blanke Teil besteht z.B. aus solchen Leerbefehlen.

§ 3. Die genaue Bedeutung der Steuerknöpfe

Es ist zu unterscheiden zwischen den "Befehlsknöpfen" (von denen jeder einem zu lochenden Befehl gemäss 2. Kapitel entspricht), und den "Steuerknöpfen", die nicht einen zu lochenden Befehl bedeuten, sondern folgende Wirkungen haben:

Kontr. Wird zum Kontrollieren eines fertigen Plans benutzt, der in At_1 einzulegen ist. Dies funktioniert nur, wenn der Film im blanken Teil vor dem Startzeichen eingelegt wird; in der Mitte eines Plans ist es nur möglich, falls sich dort ein Startzeichen befindet und dasselbe genau auf die Abtasterstifte gelegt wird entsprechend der folgenden Konfiguration:

```
                  ——→ Startzeichen
        . . (.) .
      . . . . ——→Abtasterstifte
```

"Kontr." bewirkt Weiterschalten des Films auf dem nächsten Befehl und Anzeige desselben im Lampenfeld.

<u>Kontr.</u> = Dauerkontrolle. Bewirkt kontinuierliches Weiterlaufen des Films solange der Knopf gedruckt wird und Anzeige der dabei durchlaufenen Befehle. Dient weniger zur Kontrolle als zum Ueberspringen uninteressanter Stücke beim Kontrollieren.

Lo Wird benutzt,um einen einzelnen Befehl eines in At_1 eingelegten Rechenplans auf einen neuen Plan im Locher zu übertragen. Bewirkt Lochen des im Lampenfeld aufleuchtenden Befehls, Weiterschalten des in At_1 eingelegten Films zum nächsten Befehl und Aufleuchten desselben, ohne ihn zu lochen.

<u>Lo</u> Wird benützt, um eine Folge von Befehlen eines in At_1 eingelegten Rechenplans auf einen neuen Plan im Locher zu übertragen. Bewirkt kontinuierliches Weiterlaufen des Films in At_1 solange der Knopf gedruckt wird und Aufleuchten und Lochen der dabei durchlaufenen Befehle. Beim Loslassen des Knopfes ist der aufleuchtende Befehl noch nicht gelocht.

Leerschritt ist kein Steuerknopf, sondern ein Befehlsknopf für den oben erwähnten Leerbefehl (der entsprechende Platz auf dem Film bleibt ungelocht, der Befehl ist wirkungslos). Wird hauptsächlich gebraucht, um einen im Lampenfeld stehenden Befehl noch zu lochen.

Kop Wenn ein Rechenplan genau ein einziges "Fin"-Zeichen und zwar am Schluss besitzt, so kann er durch diesen Steuerknopf kopiert werden, wobei der Kopiergang nach Drücken des Knopfes unbeeinflussbar und ohne Anzeige im Lampenfeld bis zum Ende abläuft. <u>Das "Fin"-Zeichen jedoch wird nicht kopiert.</u> Ein "Fin"-Zeichen inmitten des Rechenplans unterbricht den Kopiervorgang. Das Fehlen eines "Fin"-Zeichens am Schluss bewirkt richtiges Kopieren, <u>bringt aber nachher die Maschine in Unordnung.</u> Schlüsselschalter aus- und wieder einschalten, Impulsgeber starten.

Ersetzen: Nur zu benützen bei eingelegtem Plan in At_1. Dient zum Ersetzen eines auf dem ursprünglichen Plan falschen Befehls. Löscht den im Lampenfeld stehenden Befehl. Dann kann der verbesserte Befehl eingetastet werden. Dieser erscheint im Lampenfeld und kann anschliessend durch Betätigen von "Lo" gelocht werden. Gleichzeitig erscheint der auf den falschen folgende Befehl des Mutterplans im Lampenfeld.

Zurückstellen: Nur zu benützen bei eingelegtem Plan in At_1. Dient zum Einfügen von neuen, auf dem ursprünglichen Plan noch nicht vorhandenen Befehlen. Bewirkt Löschung des Lampenfelds. Der dort vorhanden gewesene (noch ungelochte) Befehl wird aufbewahrt. Gleichzeitig wird die Maschine bereitgestellt zum Eintasten der einzuschaltenden Befehle in beliebiger Anzahl. Wie bei der normalen Rechenplanfertigung ist jeweilen der im Lampenfeld stehende Befehl noch nicht gelocht und kann daher durch Betätigung der "Irrtumtaste" noch korrigiert werden. Nachdem der letzte einzuschaltende Befehl im Lampenfeld erschienen ist, ist er durch Betätigung von "Lo" zu lochen, worauf der aufbewahrte Befehl sofort im Lampenfeld erscheint.

Auslauf: Bewirkt Lochen des letzten noch im Lampenfeld stehenden Befehls und Auslaufen des Films aus dem Locher. Der Film ist zum Abschneiden bereit. Löscht die Lampe "Rechenplan im Locher".

Schluss: Wie Auslauf, es wird aber ausserdem nach dem letzten Befehl noch ein "Fin"-Zeichen gelocht.

§ 4. Abändern eines Rechenplans beim Kopieren desselben

Im folgenden wird angenommen, dass ein in At_1 eingelegter Plan mit Hilfe "Lo" oder "<u>Lo</u>" kopiert wird.

1. <u>Weglassen eines Befehls.</u> Man locht solange bis der wegzulassende Befehl im Lampenfeld erscheint, drückt dann die Taste "Kontr". Dies verhindert das Lochen des Befehls, der nächste Befehl erscheint im Lampenfeld.

2. Einfugen von neuen Befehlen. Sind zwischen Befehl x und y weitere Befehle einzuschalten, so locht man bis Befehl y erscheint, druckt "Zurückstellen", tastet die einzuschaltenden Befehle in normaler Rechenplanfertigung ein. Nach dem letzten Einschaltbefehl "Lo" drucken, worauf y erscheint.

3. Ersetzen eines Befehls. Lochen bis der zu ersetzende Befehl im Lampenfeld erscheint. Dann Taste "Ersetzen", Eintasten des neuen Befehls und Weiterlochen.

4. Ersetzen mehrerer Befehle erfolgt besser nicht mit der Taste "Ersetzen", sondern: Normal Lochen bis der erste zu ersetzende Befehl erscheint. Dann Taste "Kontr" bis der erste nicht zu ersetzende Befehl erscheint, Taste "Zurückstellen", Eintasten der neuen Befehle, dann "Lo".

§ 5. Allgemeines zur Herstellung von Befehlstreifen

1. Bei langen Rechenplänen ist es zweckmässig, gelegentlich wieder (beim Beginn einer Teilrechnung) ein Startzeichen einzuschalten und durch einen roten Strich auf dem Film wie folgt kenntlich zu machen.

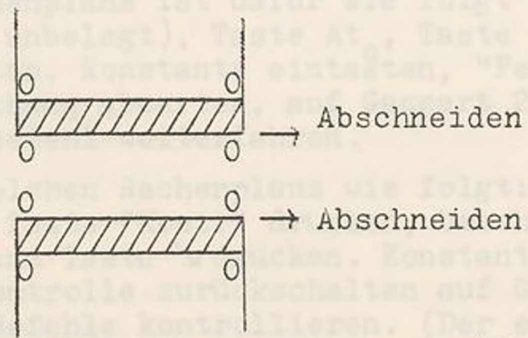
Strich

(Das Befehlszeichen besteht aus genau einem Loch in der gezeichneten Lage.) Dies bewirkt, dass der Film (beim Rechnen und beim Kopieren) an einer späteren Stelle eingelegt werden kann, also z.B. Teilrechnungen wiederholt werden können. Der Film läuft nach dem Einlegen in At_o bis zum nächsten Zwischenstartzeichen; von dort an werden die Befehle ausgeführt.

2. Das "Fin"-Zeichen hat die Konfiguration:

3. Kurze zyklische Rechenpläne unter 0,5 m Länge geben zu enge Schleifen. Man kopiert den Rechenplan mehrmals nacheinander auf demselben Streifen.

4. Kleben zyklischer Streifen:



Die schraffierten Stellen sind abzuschaben (Film auf Gelatine klebt nicht), mit Filmkitt aufeinanderzukleben und in der Filmpresse trocknen zu lassen.

§ 6. Allgemeines zur Herstellung von Zahlenstreifen

1. Das Zahlenstartzeichen hat folgende Konfiguration

. . ⊙ .
. . ⊙ .

2. Auch bei langen Zahlenstreifen sollen gelegentlich Zahlenstartzeichen eingefügt werden; dies muss im zugehörigen Befehlsstreifen berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck ist in einer freien Zelle n des Speicherwerks die Zahl $(-1\ -8{,}1 \times 10^{-6})$ zu speichern.
   a) Manuelle Lochung (Gangart 4) Soll ein Zwischenzahlenstart gelocht werden, so Umschalten auf Gangart 1, A n, L; nach beendeter Lochung auf Gangart 4.
   b) Lochung während des programmgesteuerten Rechnens (Gangart 1). Im Rechenplan sind an der betreffenden Stelle die Befehle A n, L einzufügen.
3. Kopieren eines Zahlenstreifens:
   Dafür bestehen 2 Möglichkeiten.
   a) Programmgesteuert mit Hilfe eines zyklischen Rechenplans St, Tr, At_1, L, At_1, L, u.s.w., der bewirkt, dass jeweilen eine Zahl von dem in At_1 eingelegten Zahlenstreifen abgetastet und gelocht wird.
   b) Verwandlung des Zahlenstreifens in einen Befehlstreifen und Kopieren desselben. Man locht manuell am Anfang vor dem Zahlenstartzeichen ein Befehlstartzeichen, legt den Streifen bei Gangart 2 in At_1 ein. Der Befehlstart erscheint im Lampenfeld, Taste "Kontr" einmal drücken, nachher Lo dauernd.

§ 7. Konstante auf Rechenplan

Gelegentlich ist es notwendig, Zahlenwerte (Problemkonstanten) auf dem Rechenplan zu haben, um die Verwendung eines besondern Zahlenstreifens zu vermeiden. Steht auf einem in At_o eingelegten Rechenplan der Befehl At_o, so bedeutet dies, dass die folgenden 5 Lochreihen nicht 5 Befehle, sondern eine Zahl und einen Leerbefehl bedeuten. Diese Zahl wird nach OR I bzw. OR II befördert und steht dort zur Weiterverwendung bereit.
Beim Fertigen des Rechenplans ist dafür wie folgt vorzugehen: Gangart 2 (jedoch At_o unbelegt), Taste At_o, Taste "Leerschritt", auf Gangart 9 umschalten, Konstante eintasten, "Fertig" drücken, Taste "L" drücken, Lochung abwarten, auf Gangart 2 zurückschalten und mit dem nächsten Befehl weiterfahren.

Kontrollieren eines solchen Rechenplans wie folgt: Erscheint At_o im Lampenfeld, so Taste "Kontr" drücken, Umschalten auf Gangart 9, Taste At_1 und Taste ↘ drücken. Konstante erscheint im Lampenfeld. Nach Kontrolle zurückschalten auf Gangart 2 und weiter die folgenden Befehle kontrollieren. (Der erste davon ist ein Leerbefehl.)

Eine Konstante kann auch nachträglich beim Kopieren eingefügt werden (vgl. § 4, Nr. 2 "Einfügen von neuen Befehlen"). Das Umschalten auf Gangart 9 stört dabei das "Zurückstellen" nicht. Die Konstante kann auch während der Gangart 9 errechnet werden, z.B. Wurzel 2 bedingt: eintasten 2, Taste "Fertig", $\sqrt{\ }$, "L".

4. Kapitel: Arithmetische Grundlagen

§ 1. Genauigkeit

Die Maschine rechnet mit 24 Dualstellen. Dem entspricht eine ungefähr 7-stellige dezimale Genauigkeit; trotzdem werden nur 6 Dezimalen gedruckt oder angezeigt. Da das Lochen von Zahlen im Dualsystem erfolgt mit allen 24 Stellen, ist diese Methode des Aufbewahrens von Zahlen besser, wenn die Zahlen später wieder gebraucht werden. Infolge des Hin- und Rückübersetzens kann z.B. die Summation von runden Dezimalzahlen (z.B. fortlaufende Tabellierung des Arguments bei Berechnung einer Funktion) bald zu einer nicht mehr runden Dezimalzahl führen.

§ 2. Sonderwerte

Es sind dies folgende Werte, die nicht halblogarithmisch dargestellt werden können und deshalb von der Maschine in besonderer Weise behandelt werden.

Im Lampenfeld: $0, \infty, +\infty, -\infty, \ll, ?$.

Beim Drucken entsprechend: 0, 1/0, +1/0, -1/0, 0, 0/0.

Ausser durch explizites Eintasten solcher Werte, können Sonderwerte während des automatischen Rechnens entstehen, nämlich:

0 durch Subtraktion von zwei Zahlen, die in allen Dualstellen übereinstimmen.

$\ll$ entsteht bei Division durch ∞ oder wenn der Exponent einer errechneten Zahl kleiner (-64) wird. Beim Weiterrechnen wird dieser Sonderwert =0 gesetzt.

∞ entsteht bei Division durch 0 oder wenn der Exponent einer errechneten Zahl grösser als (+63) wird. Im letzteren Fall ist das Vorzeichen der Zahl bestimmt; je nachdem bildet die Maschine $+\infty$ oder $-\infty$.

? entsteht bei folgenden, mathematisch sinnlosen Rechnungen: $0:0$, $0 \times \infty$, $\infty - \infty$ u.s.w.
Ausserdem, wenn 0 mit einer Zahl, deren Exponent 32 übersteigt, multipliziert wird oder wenn eine Zahl, deren Exponent kleiner als (-32) ist, durch 0 dividiert wird.
Entsteht beim Wurzelziehen aus einer negativen Zahl ein imaginärer Wert, so wird dieser als ? behandelt.
Jede Rechenoperation, bei der ein Operand =? ist, ergibt als Resultat wieder ?, ausgenommen bei den 2 Befehlen x=? und ?→1.

Wie in Kapitel 1, §1 erwähnt, ist eine normale Zahl durch 7 + 24 = 31 Dualstellen dargestellt. Ein Sonderwert wird durch eine Eins in der 32-ten Dualstelle gekennzeichnet. (Sonderzeichen).

§ 3. Rechenzeiten

Die Rechenoperationen nehmen bei Stellung 4 des Drehzahlreglers folgende Zeiten (in Sekunden) in Anspruch:

Addition und Subtraktion	0,5 - 1,25
$\times 2$, $\times \frac{1}{2}$, $\times(-1)$	0,5
Multiplikation	3,5 (Mittelwert)
Division, Quadratwurzel	6,75

Speichern allein 0,5
Leerschritt (Ueberspringen blanker Teile) 0,25
↗ und ↘ 3 (Mittelwert)

Speicherung und Ablesung werden in der Regel simultan mit den arithmetischen Operationen ausgeführt und benötigen daher keine zusätzliche Zeit.

Für Stellung 5 des Drehzahlreglers sind diese Zeiten mit 0,9 zu multiplizieren, für Stellung 0 mit 2.

5. Kapitel: Verbotene Befehlsfolgen

§ 1. Verbotene Folgen und deren Abhilfe

Erfahrungsgemäss werden folgende Befehlsreihen nicht immer korrekt ausgeführt und sind daher durch die jeweilen rechts angegebenen Befehle zu ersetzen (B bedeutet irgend einen sinnvollen Befehl):

	Verbotene Folge	Abhilfe
1)	S n, B, A n	S n, Tr, B, A n
2)	B, A n, S m	B, Tr, A n, S m
3)	Analog für At_1 statt A n oder/und L statt S m	
4)	Rh, ↘	↘h
5)	At_1, A n, B	A n, At_1, B
6)	↗,↘h, D, L, S n	↗, L, S n, Tr, A n, ↘, D
7)	Tr, A n, L, At_1, S m	Tr, A n, L, Tr, At_1, S m
8)	A n, x^2, S m, R, A p, ↘	R an Anfang oder Tr vor R.
9)	analog wenn andere Rechenoperationen statt x^2.	
10)	analog wenn T statt R.	
11)	↗ 1, S n	Tr, ↗ 1, S n
12)	A n, ↗ 1, -	↗ 1, A n, y-x
13)	analog bei Addition	
14)	B, Tr, S n	B, S n, eventuell Tr,
15)	A n, bedingter Befehl	A n, $x \geq 0$, bedingter Befehl

§ 2. Speziell erlaubte und nützliche Befehlsfolgen

1) Rh, L, Weiterrechnen (Verhindert Löschen von OR I beim Lochen).

2) Rechenoperation, S a, S b, S c u.s.w. (Speichern derselben Zahl in mehreren Zellen). Dabei darf dem ersten Speicherbefehl kein "Rh" vorausgehen.

3) Analog: Rechenoperation L, S a, S b, ... u.s.w. (L muss vor den Speicherbefehlen und nur einmal stehen).

4) "Ja-Nein-Wert"-Befehl, ×(-1), bedingter Befehl, (Notwendig, um das Kriterium in sein Gegenteil umzukehren.)

5) Tr, L, L, L, u.s.w. bewirkt Leertransport des Zahlenstreifens im Locher.

6) At_1, At_1, At_1,..., At_1, +, x=?, x=?, Fin'.
Bewirkt Leertransport des Zahlenstreifens im Abtaster, indem die abgetasteten Zahlen vernichtet werden.

§ 3. Allgemeine Bemerkungen zum Trennbefehl

Tr nur sinnvoll, wenn OR I und OR II leer. Ausserdem beachte man: Es bestehen 4 Varianten des "Umspeicherns", nämlich

a) A , S , A , S ...

b) A , L , A , L ...

c) At_1, S , At_1, S ...

d) At_1, L, At_1, L ...

Der Trennbefehl (Kap. 2, § 5) erlaubt eine beliebig lange Serie von Umspeicherungen derselben Variante, muss aber eingefügt werden vor jedem Wechsel der Variante (vgl. verbotene Folge Nr. 7).

6. Kapitel: Das Rechnen mit Adressen

Häufig muss eine Folge von Befehlen mit vielen Zahlen ausgeübt werden, die in aufeinanderfolgenden Speicherzellen stehen. Die normale Rechenplanfertigung ist dann bei der Z 4 zeitraubend; statt dessen kann der Rechenplan von der Maschine selbst errechnet werden, was an folgendem Beispiel auseinandergesetzt werde.

In den Zellen 0 bis 49 stehen Zahlen x_o, x_1, ..., x_{49}.

Auf einem Zahlenstreifen sind Werte y_o, y_1, ..., y_{49} gelocht.

Man bilde das skalare Produkt dieser beiden Vektoren.

Der normale Rechenplan würde lauten (Bildung der sukzessiven Teilsummen in Zelle 63):

St, ↗1, ↗1, -, S 63 (Um die Zahl 0 in Zelle 63 zu bilden).

Für i = 0 bis 49:

A i, At_1, ×, A 63, +, S 63 (fortlaufender Plan).

Der Schluss lautet:

Tr, A 63, ↘, Fin.

Um das langweilige Eintasten der sich immer wiederholenden Befehle von i = 0 bis i = 49 zu vermeiden, geht man folgendermassen vor:

Die Befehle des folgenden Plans sind einzuteilen in
a) Befehle, die von i unabhängig sind. (konstante Befehle).
b) Befehle, die von i abhängen. (variable Befehle).

Die konstanten Befehle sind nach Möglichkeit in Vierergruppen (Typus I) zusammenzufassen. Wo dies nicht möglich ist, kann man oft durch Leerbefehle oder wirkungslose Befehle Vierergruppen erreichen. Die übrigen, einzeln anfallenden konstanten oder variabeln Befehle ergänzt man (auf alle Fälle aber das erste

St-Zeichen) wie folgt zu Vierergruppen (Typus II):

Es sei B der betreffende Befehl. (Handelt es sich um einen variabeln Ablese- oder Speicherbefehl, so ist als Adresse diejenige für den ersten i-Wert einzusetzen); die Vierergruppe lautet dann:

:, S 0, Leerschritt, B

Im Beispiel ergibt sich so aus dem fortlaufenden Plan:

:, S 0, Leerschritt, A 0 (Typus II)

At_1, ×, A 63, + (Typus I)

:, S 0, Leerschritt, S 63 (Typus II) oder S 63, Leerschritt, Leerschritt, Leerschritt (Typus I)

(Auf jeder Zelle steht eine Vierergruppe, die im folgenden als Zahl aufgefasst werden muss).

Dieser abgeänderte Plan wird als normaler Rechenplan mit einem unmittelbar vorhergehenden St-Zeichen gefertigt und das St-Zeichen von Hand in einen Zahlenstart abgeändert (S. 12), womit ein Zahlenstreifen entstanden ist, mit dem gerechnet werden kann.

Mit Hilfe eines ein für alle Mal vorhandenen Befehlstreifens "C" werden diese Zahlen ins Speicherwerk gegeben, wobei die erste Vierergruppe in die Zelle 0 und die weiteren fortlaufend in die nächsten Zellen eingehen.

Die Errechnung des gewünschten fortlaufenden Plans erfolgt mit Hilfe eines anzufertigenden "Superplans". Er lautet im Beispiel:

St, A 0, (-1), LB (Lochen des Befehls "A i")

A 1, L (Lochen der Befehle At_1, ×, A 63, +)

A 2, (-1), LB bzw A 2, L (Lochen des Befehls S 63)

↗ 1, A 0, +, S 0 (Vergrösserung der Adresse um 1)

zykl.

L und LB sind Lochbefehle und zwar ist L anzuwenden bei Gruppen vom Typus I und LB bei Gruppen vom Typus II. In der Praxis muss der Superplan ergänzt werden durch ein bedingtes Schlusszeichen zum Aufhören nach i = 49 und durch die notwendigen Befehle zum Lochen des Vorspanns und Auslaufs des zu errechnenden Plans. (Gewöhnliche Methoden der Planfertigung).

Der bisher nicht erwähnte Befehl "LB"("Lochen eines Befehls") ist nur sinnvoll, wenn OR I besetzt und OR II leer und der vorangehende Befehl kein Ablesebefehl war. Er bewirkt Lochen der 15.-22.(incl.) Dualstelle nach dem Komma der Mantisse b (Kap. 1) der in OR I stehenden Zahl. Diese Dualstellen bedeuten die Verzifferung eines Befehls.



Gebrauchsanweisung Z4. Bedienungsanweisung für Zuse Z4, verfasst am Institut für angewandte Mathematik der ETH Zürich, Sommersemester 1952

1952

ETH-Bibliothek Zürich

Persistent Link: http://dx.doi.org/10.7891/e-manuscripta-98601